

DISEÑO DE UNA DOBLADORA DE TUBOS DE DIAMETRO 16 MM Y DE
ESPESOR 2 MM CON AGULOS DE 90 GRADOS

LUIS RODRIGUEZ

20122375002

CARLOS SANCHEZ

20121375040

INGENIERO CARLOS BOHORQUEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLOGICA

INGENIERIA MECANICA

BOGOTÁ, MAYO DE 2015

DISEÑO DE UNA DOBLADORA DE TUBOS DE DIAMETRO 16MM Y DE
ESPESOR 2 CON AGULOS DE 90 GRADOS

LUIS RODRIGUEZ

20122375002

CARLOS SANCHEZ

20121375040

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTADO A:

PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA MECÁNICA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA		
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA		
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
Nº DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Ejecutor 1		
Nombre (s):	JORGE LUIS	
Apellido (s):	RODRIGUEZ NIÑO	
Código:	20122375002	
E-mail:	Kurios7sabaoth@gmail.com	
Teléfono fijo:	7178501	
Celular:	3123147147	
Ejecutor 2		
Nombre (s):	CARLOS	
Apellido (s):	SANCHEZ	
Código:	20121375040	
E-mail:	Fast29@hotmail.com	
Teléfono fijo:	3618901	
Celular:	3118105712	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	DISEÑO DE UNA DOBLADORA DE TUBOS DE DIAMETRO 16MM Y DE ESPESOR 2 CON AGULOS DE 90 GRADOS	
Duración (estimada):	16 Semanas	
Tipo de Proyecto:	Desarrollo Tecnológico local e institucional	
(Marqué con una “x”)	Prestación y Servicios Tecnológicos	X

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	
	Otro
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía
Línea de Investigación de la Facultad*:	Semillero
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	

TABLA DE CONTENIDO

	pag
INTRODUCCION	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Estado del arte	9
1.2 Justificación	11
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. MARCO TEORICO	11
3.1 Propiedades mecánicas de los materiales	12
3.2 Fundamento de doblado de los metales	12
3.3 Doblado de tubos	13
3.4 Radio de curvatura mínimo	14
3.5 Técnicas de realización de doblado de tubos	15
3.5.1 Doblado por estiramiento	15
3.5.2 Doblado a tracción	15
3.5.3 Doblado por compresión	16
3.5.4 Doblado en prensa	16
4. METODOLOGIA	17
5. CRONOGRAMA	18
6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN	18
BIBLIOGRAFIA	20

INDICE DE FIGURAS

	pag
Figura 1. Maquina ensamblada	9
Figura 2. Doblado por compresión	10
Figura 3. Diagrama esfuerzo-deformación unitaria para el acero	12
Figura 4. Doblado de metal	12
Figura 5. Doblado de tubos	13
Figura 6. Doblado por estiramiento	15
Figura 7. Doblado a tracción	16
Figura 8. Doblado por compresión	16
Figura 9. Doblado en prensa	17
Figura 10. Cronograma	18

ÍNDICE DE TABLAS

	pag
Tabla 1. Radio de curvatura mínimo recomendado para el doblado de tubos	14
Tabla 2. Radio mínimo de curvatura para tubos de diferentes diámetros y espesores con $F_c = 3$	14
Tabla 3. Costos de operación diseño	18
Tabla 4: costos materiales del proyecto	18
Tabla 5: costos de operación	19

INTRODUCCIÓN

El ser humano ha venido dando solución a las necesidades que se le presentan en la vida; desde la invención de la rueda con la cual pudo realizar el movimiento de materias que necesitaba para la realización de herramientas y que dio paso a la evolución de la técnica e ingeniería.

En el ámbito del desarrollo industrial el diseño ha sido una gran herramienta para el desarrollo de la técnica y tecnología de producción, desde la creación de herramientas manuales hasta la materialización de máquinas para la industria, el transporte de pasajeros o de materias primas necesarias para el desarrollo de un producto.

El uso de herramientas de modelado, análisis de elementos finitos para la optimización de piezas ha llevado a un continuo desarrollo y control de cantidad de material y costos relacionados a la producción de elementos de máquinas, consiguiendo prototipos mejorados con mayor tiempo de vida, funcionalidad y disminución de mantenimientos prematuros y gastos innecesarios logrando un gran desarrollo de la industria.

El uso de estas herramientas por parte del estudiante de ingeniería ayuda al mismo a tener bases para defenderse compitiendo en una industria cada vez más enfocada en el desarrollo de tecnologías.

Es por esto que este proyecto está basado en herramientas de diseño para la consecución de un prototipo que dé solución a nuestra necesidad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto mundial

Los procesos de transformación de materia prima en productos y servicios son de gran provecho para la industria a nivel mundial, son necesarios en cualquier ámbito de prestación de servicios, como es el caso de aeronáutica, transporte fluvial, terrestre, aéreo, y no menos indispensables en el transporte de fluidos como el caso de gasoductos, acueductos, transporte de petróleo.

El servicio de transporte de fluidos tiene gran impacto en la economía global y el medio ambiente. A nivel mundial encontramos la empresa Vietz reconocida por su experiencia de más de treinta años a nivel mundial en obras para la construcción de ductos.

Abasteciendo a empresas de construcción que tienden gasoductos y oleoductos por tierra y por agua. Fabricando lo mejor para este sector en tecnología para soldar, máquinas dobladoras, elevadores de tubos al vacío, equipos con tecnología de punta para todo tipo de pruebas.

Entre sus productos cuentan con una amplia gama de productos entre ellos, máquinas para doblar tubos de gran tamaño para la construcción de

oleoductos, con doblados de 6 a 60 grados y totalmente redondos ya que de igual manera cuentan con mandriles hidráulicos y neumáticos.

En 1950, Santiago Zeziola diseñó y fabricó la primera dobladora de caños del país. Fue el primer paso de una actividad que marcaría su trayectoria industrial. En las décadas siguientes, su fábrica, instalada desde un comienzo en el partido de 3 de Febrero, Provincia de Buenos Aires Argentina, fue sede de producción constante y creativa, ofreciendo una gama de más de 40 tipos de dobladoras de tubo para diferentes necesidades.

Contexto nacional.

En la industria nacional son de gran uso los procesos de manufactura en los cuales se utiliza dobladoras de tubos de diferentes tipos los cuales pueden ser dobladoras manuales, hidráulicas, por piñones, auto y semi automatizadas, CNC. A mayor avance tecnológico de la maquina mayor precisión en ángulos de dobles, calidad de curvado, menor aplicación de fuerza por operarios.

En Colombia hay gran cantidad de empresas dedicadas al uso de estas máquinas para la transformación de tubería para el transporte de fluidos, sino también, como componentes estructurales, en fabricaciones aeronáuticas, edificaciones, construcciones civiles, carrocerías en la industria automotriz como el caso de la empresa marco polo en Cota y Buscar en Pereira, las cuales se encargan de realizar toda la carrocería a diferentes marcas de vehículos como Scania, Volvo, Mercedes.

Scania una compañía de origen Sueco encargada desde hace muchos años de producir vehículos de transporte de personas como es el caso de buses de diferentes tipologías como bus urbano, intermunicipal. Además de motores para barcos, camiones para carga pesada, motores estacionarios para plantas eléctricas. Con distribución en gran cantidad de países de los cinco continentes, tiene fábricas en varios de estos países. Ha logrado sobrevivir y estar en los primeros lugares de competencia al lado de compañías tales como lo son Volvo, Mercedes Benz, entre otras.

Los procesos de conformado son de gran utilidad para Scania, en cuanto al doblado de tubería de aire comprimido, con un buen acabado superficial y conservación de las propiedades, por tal razón: ¿es posible diseñar una máquina dobladora de tubos con las características necesarias como el ángulo a doblar, conservación de las propiedades mecánicas del material, para el diámetro de tubo seleccionado y, que se soporte al momento de realizar el trabajo?

Si es posible, ya que contamos con ayudas bibliográficas que nos pueden guiar en el proceso de diseño de la misma, también con el uso de software CAD y herramientas de diseño como el análisis de elementos finitos. Además podemos apoyarnos en prototipos realizados por alumnos de diferentes universidades y de los prototipos que se encuentran en el mercado.

1.1 Estado del arte

Como antecedente se revisó una tesis de grado de la universidad eafit escuela de ingeniería departamento de ingeniería mecánica de Medellín Colombia proyecto titulado "Diseño y construcción de una máquina hidráulica dobladora de tubería redonda" realizado en el año 2009 para optar por el título de Ingeniero Mecánico e Ingeniero de Producción, elaborado por Andrés arias duque y Ana maría mena mejía. El Objetivo principal del proyecto fue la construcción de la maquina hidráulica que fuera capaz de doblar tubería de sección circular de una pulgada de diámetro y de 2.5 milímetros de espesor, que permita realizar curvas entre 0° y 180° , ofrezca confiabilidad en el proceso y tenga un mantenimiento sencillo.

La metodología usada en el proyecto fue: "Para el diseño de la máquina se realizó un sondeo de las diferentes dobladoras hidráulicas existentes en el mercado y se procedió a esbozar una máquina dobladora de tubería de sección circular, con base a la cual se calcularon los esfuerzos mecánicos necesarios para doblar tubería estructural de una pulgada de diámetro y un espesor de pared de 2.5mm.

Tomando los bocetos iniciales, se procedió a hacer el cálculo, diseño y fabricación de la máquina, para lo cual se visitaron diferentes talleres mecanizado en la ciudad, así como también empresas especializadas en sistemas hidráulicos.

Durante todo el proceso se realizaron ajustes a la máquina, para finalmente obtener una máquina hidráulica dobladora de tubería por estiramiento que realiza curvas entre 0° y 180° de buena calidad".

Figura 1 Maquina ensamblada



Fuente: Autores Andrés arias duque y Ana maría mena mejía

Otro proyecto revisado fue el de la universidad técnica de Cotopaxi Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas. Proyecto de tesis para la obtención del título de ingeniero en electromecánica Latacunga Ecuador. Titulado “ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y ANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBO PARA EL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE OTO PAXI”, elaborado por Molina León Edison Ramiro y Rubio Tomalacelio Alberto.

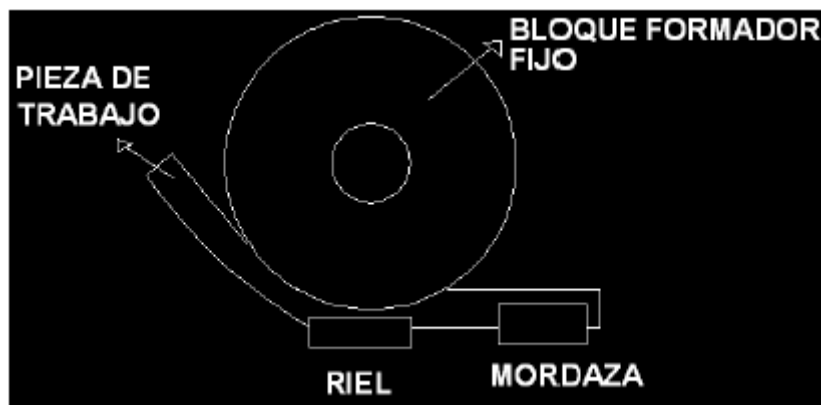
El cual busca: “Implementar una máquina dobladora de tubo para el centro de producción y servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi aplicando los conocimientos adquiridos en la Universidad, en beneficio institucional y de la colectividad en general”.

Para la realización de este proyecto se llevó a cabo encuestas al personal de la universidad para conocer sobre la necesidad y factibilidad de llevar a cabo la construcción de una dobladora de tubo útil para el estudio más práctico y tecnológico por parte de los estudiantes de la universidad, en el taller. Con preguntas como “¿Conoce el funcionamiento de una dobladora de tubo?, ¿Conoce la función de una dobladora de tubo dentro de la industria?, ¿Ha tenido usted dificultad al realizar las prácticas en el taller por no contar con una dobladora?; entre otras, las encuestas fueron analizadas por los autores confirmando la necesidad de la creación de la dobladora.

Se realizó la búsqueda de documentos y proyectos relacionados con el tema, para brindar un acercamiento y entendimiento de la necesidad, como es el conocimiento de las fuerzas, esfuerzos, tipos de doblado de tubería y toda la conceptualización necesaria para la ejecución de su proyecto.

Los autores también definen que “Luego de analizar los diferentes métodos de doblado y las distintas máquinas dobladoras semiautomáticas disponibles en el mercado, se define que el método de doblado a utilizar es el de doblado por compresión, pues brinda la posibilidad de realizar curvas de hasta 180°.

Figura 2 Doblado por compresión



Fuente: (DOBLATUBOS, 2008)

1.2 Justificación

Los procesos de conformado de materiales tienen gran importancia en la industria, ya que permiten el desarrollo de tecnologías.

Estos procesos son de gran utilidad en los servicios que brinda la empresa Scania S.A.S, como es el caso del doblado de tubería del sistema de procesamiento de aire de vehículos de la marca, con ángulos de 90 grados, puesto que de fábrica la tubería viene recta y es indispensable contar con ellos doblados y listos para su instalación.

Por tal razón surge la idea de diseñar una máquina de doblado que pueda dar como resultado la menor pérdida de las propiedades de la tubería y que al mismo tiempo el doblado se pueda realizar de forma rápida

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar una dobladora de tubos de diámetro 16 mm y 2 de espesor con ángulos de 90 grados, usado en la tubería para el sistema de procesamiento de aire de un bus K250 IB4x2 de la marca Scania S.A.S.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer las alternativas de diseño de la dobladora, mediante metodología de diseño.
- Realizar los cálculos de diseño de la alternativa elegida, tales como el conocimiento de cargas y esfuerzos, geometría, materiales, Elementos finitos para los componentes principales.
- Elaborar los planos de fabricación y montaje.
- Realizar un análisis económico
- Elaborar un manual de operación y mantenimiento.

3. MARCO TEORICO

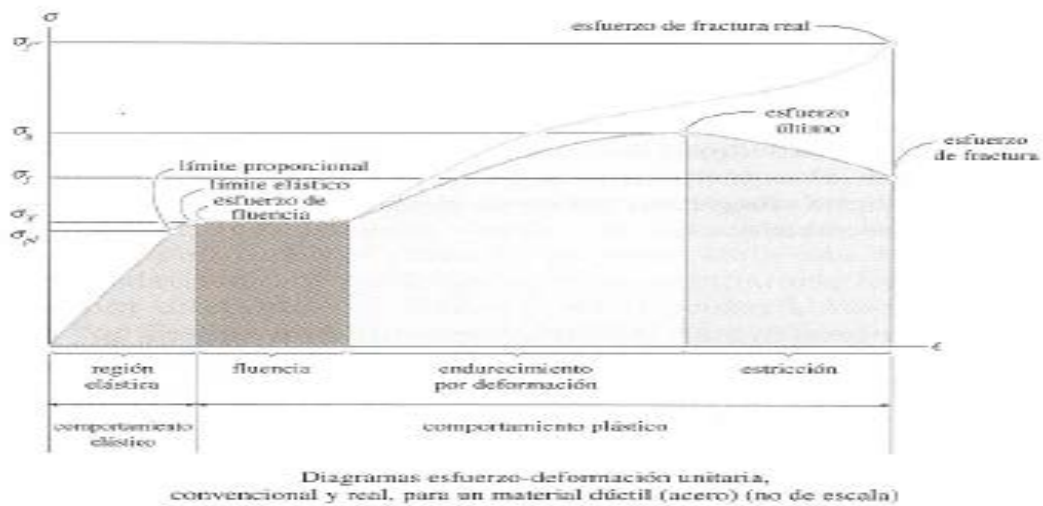
3.1 Propiedades mecánicas de los materiales:

Las propiedades mecánicas de los materiales son las que evidencian el comportamiento del elemento al aplicarle algún tipo de esfuerzo como lo son el módulo de elasticidad, ductilidad, dureza, entre otras.

Estas propiedades son importantes en el diseño porque son las que influyen en el desempeño del producto final al exponerlo a algún tipo de trabajo sin tener cambios de geometría, los cuales dependen del módulo de elasticidad y la resistencia a la fluencia del material.

En cuanto a manufacturar, la idea es que al aplicar esfuerzos se exceda la resistencia a la fluencia del material para modificar su forma.

Figura 3 Diagrama esfuerzo-deformación unitaria para el acero

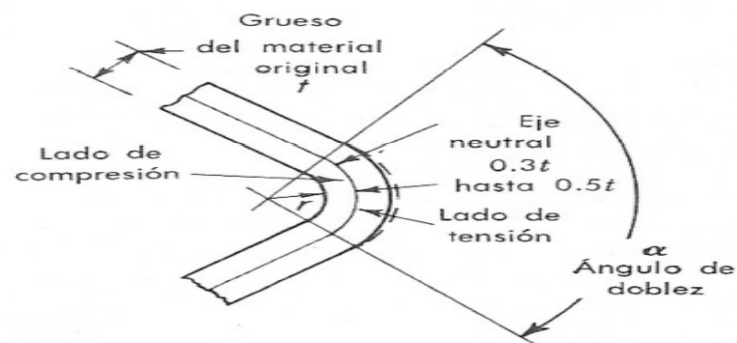


Fuente: (HIBBELER, 1997, p. 88)

3.2 Fundamento de doblado de los metales

El doblado de un metal recto ocurre cuando es sometido a esfuerzos que sobrepasan su esfuerzo de fluencia, en sentido contrario a su eje neutro, llevando al material a su punto de plasticidad, de tal forma que cuando se retire los esfuerzos aplicados, el metal no recupera su forma inicial y queda curvado, como se muestra en la siguiente figura de Características de doblado de metal.

Figura 4 Doblar de metal



Fuente: DOYLE p. 336

Aun cuando se lleva a un material a su lado plástico el material es capaz de manifestar una cantidad de recuperación elástica esta recuperación es grande en aplicación de radios pequeños en comparación a la aplicación de ángulos de mayor tamaño. Por lo general devuelven de 2° y 4° , dependiendo también de si es un metal grueso o si el material es endurecido.

Es recomendable realizar los dobleces en frío y a temperatura ambiente cuando se practican a metales, evitar el calentamiento del material ya que aunque esto puede incrementar su plasticidad, también provoca que la estructura interna se cristalice y disminuya la resistencia mecánica del elemento.

Cuando se deforma un metal en frío aumenta la dureza del material, pero hay que tener cuidado con no sobrepasar su zona de esfuerzo de ruptura ya puesto el material se puede romper.

3.3 Doblado de tubos

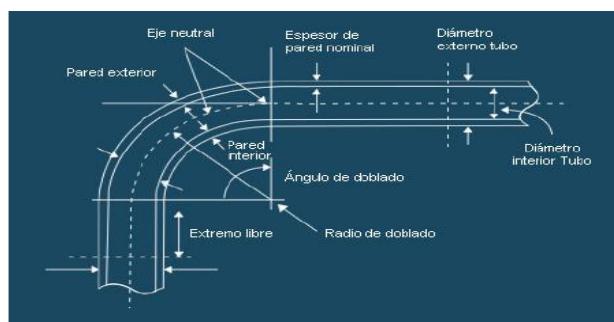
Objeto de forma cilíndrica, hueco por dentro, casi siempre abierto en ambos extremos, esta es una definición muy concreta de que son los tubos pero analizando para que es necesario los tubos tendremos lo siguiente:

Son materiales de formas y paredes delgadas como tubería podrían unirse en sus esquinas por medio de uniones comerciales como codos o por soldadura, pero resulta más económico y confiable el proceso de doblado. Los tubos se doblan por métodos que buscan no aplastarlos ni deformarlos en la sección de la curvatura.

El radio de doblado se define como el radio de curvatura del eje neutral del tubo. Hace referencia los grados existentes entre el eje neutral de cada uno de los extremos libres de la curva de tubería.

El diámetro interior y exterior del tubo, el espesor de pared nominal y el eje neutral son característicos del tubo seleccionado como materia prima. El ángulo y radio de doblado dependen de los requerimientos de lo que se está fabricando. La pared interior y exterior en el área de la curva dependen del ángulo y radio generados, además, del proceso y máquina de doblado utilizada.

Figura 5 Doblado de tubos



Fuente: (DOBLATUBOS, 2008)

3.4 Radio de curvatura mínimo

La calidad de las curvas obtenidas al doblar un tubo depende en gran parte de la relación que existe entre el diámetro exterior del tubo a doblar, (ϕ_e), y el radio de curvatura obtenido después de doblar el tubo, (R_c). Esta relación se conoce como factor de curvatura (F_c).

$$F_c = \frac{R_c}{\phi_e}$$

Por medio del factor de curvatura es posible determinar el radio mínimo de curvatura que se le puede dar al tubo con el fin de que este no presente achata duras, arrugas ni grietas.

Valores de F_c entre 1 y 2, indican que el doblado es de alta dificultad, por lo tanto hay necesidad de calentar el tubo o utilizar elementos de relleno como mandriles, resina, alquitrán o arena seca para evitar que se produzcan defectos de calidad.

El valor recomendado del factor de curvatura está en un rango de 2.5 a 3.5, en el cual el doblado se considera simple.

Tabla 1 Radio de curvatura mínimo recomendado para el doblado de tubos

Diámetro exterior en mm	Espesor de pared mm	Radio mínimo a la línea del centro aproximado (múltiplos del diámetro exterior del tubo)			
		Sin mandril	Mandril redondeado	Mandril plano	Zapata y mandril redondeado
13-24	0.9	6½	2½	3	1½
	1.25	5½	2	2½	1¾
	1.65	4	1½	1.5	1
25-39	0.9	9	3	4½	2
	1.25	7½	2.5	3	1¾
	1.65	6	2	2½	1½
40-54	1.25	8½	3½	4½	2½
	1.65	7	3	3½	1¾
	2.10	6	2½	3	1½
55-79	1.65	9	3½	4	2½
	2.10	8	3	3½	2¼
	2.80	7	2½	3	2
80-100	2.10	9	3½	4½	3
	2.80	8½	3	4	2½

Fuente: http://www.protubo.com/download/esp_curvamento/02.pdf

Tabla 2 Radio mínimo de curvatura para tubos de diferentes diámetros y espesores con $F_c = 3$

Ø Nominal Tubo (in)	Ø Real Tubo (mm)	Espesor de pared (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Radio mínimo de curvatura (in)
0.5	20,63	2,5	61,9	2,4
0.75	25,05	2,5	75,2	3,0
1	32,64	2,5	97,9	3,9
1.25	42,16	2,5	126,5	5,0
1.5	48,26	2,5	144,8	5,7
2	59,24	2,5	177,7	7,0

Fuente:(Exco Colombiana, 2007) pág. 40

3.5 Técnicas de realización de doblado de tubos

Las técnicas más comunes de uso en el doblado de tubos son: doblado por estiramiento, doblado a tracción, doblado por compresión, doblado en prensa.

3.5.1 Doblado por estiramiento

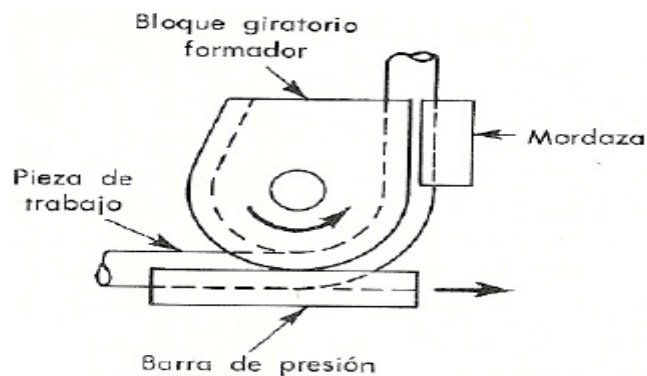
Consiste en fijar el tubo a doblar contra un dado formador que gira y hala del metal dándole la forma del doblado. La pieza de trabajo que ingresa al doblador se apoya mediante una barra de presión.

Este método es muy utilizado al momento de doblar tubería de pared delgada y para radios de dobladura pequeños.

En ocasiones es necesario insertar un mandril, herramienta usada para apoyar el interior del tubo y así mejorar la calidad del curvado, reduciendo al mínimo cualquier aplanado o deformación no deseada, y para ayudar a controlar el arrugado durante el ciclo de doblado. Los mandriles utilizados comúnmente son esferas, cable, laminadoras o arena.

El radio de curvatura máximo utilizando este método es de 180 grados.

Figura 6: Doblado por estiramiento

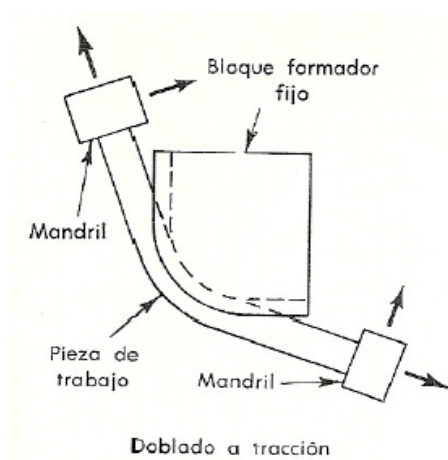


Fuente: (DOYLE, 1980, p. 339)

3.5.2 Doblado a tracción

En este caso el tubo se estira o fracciona de ambos extremos, doblándose sobre un dado formador, es usada en curvas que no son circulares y para curvas de grandes radios.

Figura 7: Doblado a tracción

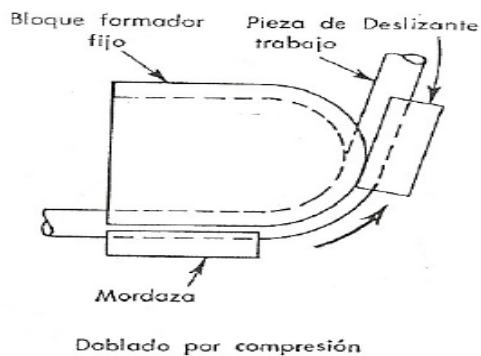


Fuente: (DOYLE, 1990, p. 339)

3.5.3 Doblado por compresión

El tubo es fijado a una mordaza y se hace envolver alrededor de un dado formador fijo con la ayuda de una mordaza deslizante. Esta técnica permite hacer dobleces continuos sin espacios entre una curva y otra.

Figura 8: Doblado por compresión



Fuente: (DOYLE, 1990, p. 339)

3.5.4 Doblado en prensa

La curva es formada al presionar un dado formador sobre el tubo a doblar en movimiento. El tubo es sujetado por dos dados separados, que rotan a medida que el conformador se mueve hacia el centro empujando el tubo.

Este proceso es usado en producciones de varios dobleces de tubos. Para generar diferentes curvas es necesario intercambiar los dados y sus posiciones. El radio de curva máximo es 110 grados.

Figura 9: Doblado en prensa



Fuente: (DOBLATUBOS, 2008)

4. METODOLOGÍA

La metodología para la consecución de los objetivos antes mencionados, se lleva a cabo por medio de fases con actividades para cada una.

Fase inicial

- Recolección de información bibliográfica, sobre las temáticas para el desarrollo de trabajo
- Lectura y selección de documentos relacionados con el tema de diseño de una máquina dobladora.

Fase de diseño

- Realización de cálculos necesarios y relacionados con el diseño de una dobladora de tubo.
- Selección de materiales adecuados al diseño de la misma.
- Elaboración de planos y tablas de la máquina.

Fase de análisis

- Analizar los elementos de la máquina por medio de planos, elementos finitos, verificando el buen funcionamiento de la máquina.

Fase final

- Análisis de resultados obtenidos, elaboración de presentación para sustentación del proyecto y trabajo final.

5. CRONOGRAMA

Figura 10 Cronograma

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (meses)			
		1	2	3	4
Fase Inicial	Recoleccion de informacion bibliografica	■			
	Lectura y selección de documentos	■			
Fase de Diseño	Realizacion de calculos		■		
	Selección de materiales		■		
	Elaboracion de planos			■	
Fase de Análisis	Analisis de elementos de la maquina			■	
Fase Final	Análisis de resultados				■
	Elaboracion de presentacion y trabajo final				■

Fuente: Autores

6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

Tabla 3: costos de operación diseño

RECURSOS	CANTIDAD	HORAS DEDICADAS	VALOR HORA	TOTAL	FUENTES DE FINANCIACIÓN
Diseñador 1	1	128	20.000	2.560.000	Personal
Diseñador 2	1	128	20.000	2.560.000	Personal
Tutor Interno	1	80	60.000	4.800.000	Institucional
Apoyo Técnico	1	20	30.000	600.000	Personal
Subtotal				10.520.000	

Fuente: Autores

Tabla 4: costos materiales del proyecto

General	Unidad	Valor Unidad	Número de Unidades	Total	
Fotocopias	Paginas	50	500	25.000	Personal
Impresiones	Paginas	100	200	20.000	Personal
Internet	Hora	1000	50	50.000	Personal
Computador	Hora	1000	50	50.000	Personal
Biblioteca	Hora	1000	100	100.000	Institucional
			Subtotal	245.000	

Fuente: Autores

Tabla 5: costos de operación

Software	Costo referencial	Cantidad Horas	Costo Uso Mensual	Total	
Digitación 1	1800	30	54.000	324.000	Personal
Digitación 2	1800	30	54.000	324.000	Personal
Licencia SolidWorks	12.000.000			12.000.000	Institucional
			Sub total	12.648.000	
			TOTAL	12.648.000	
			costos personal Total	6.513.000	

Fuente: Autores

La financiación de la investigación será costeadada por los diseñadores en un 40% cada uno, los cuales obtendrán el dinero por medio de la prestación de servicios de asesoría a la empresa Scania S.A.S, la cual se verá beneficiada por los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, ya que con el diseño de la maquina se mejoraran sus procesos y servicios prestados a los clientes, además de una reducción de tiempo en el proceso y reducción de personal necesario para la realización del proceso de forma manual, para un total de la investigación del 80%. La Universidad Distrital Francisco José De Caldas brinda apoyo con las asesorías y recursos que considere puedan otorgar a los investigadores.

BIBLIOGRAFÍA

1. MikelGroove, Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas-MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, 2007
2. DOYLE, Lawrence. Proceso de manufactura y materiales para ingenieros. México D.F.1980. p.338
3. HAMROCK. Bernard 2009 Elementos de máquinas. México: Mexicana. Reg. Num.736.2009.
4. MOTT Robert L. "Diseño de Elementos de Máquinas"; 2da Ed.; Editorial Prentice Hall; 1992; México, pagina 767.
5. Andrés arias duque y Ana maría mena mejía. Diseño y construcción de una máquina hidráulica dobladora de tubería redonda.2009. Medellín Colombia. universidad eafit escuela de ingeniería departamento de ingeniería mecánica año 2009
6. Molina León Edison Ramiro y Rubio Tomalacelio Alberto. Análisis De Funcionamiento, Operación Y Mantenimiento E Implementación De Una Dobladora De Tubo Para El Centro De Producción Y Servicios De La Universidad Técnica De Cotopaxi 2012.Latacunga Ecuador. universidad técnica de Cotopaxi Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas.
7. Jairo Gustavo Taramuel Tatés. Máquina Dobladora De Tubo Redondo De Acero Con Costura De Hasta 19 Mm De Diámetro Y 1.5 Mm De Grosor Controlada Por Un Micro controlador. Ibarra – Ecuador 2011. Universidad Técnica Del Norte Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas Carrera De Ingeniería En Mecánica.
8. Bonilla Panimboza Levy Giovanni y Rojas Plasencia Freddy Leonardo. Diseño y construcción de una maquina dobladora semiautomática de tubos cuadrados de 50X50x2 mm utilizados como cerchas en las estructuras de carrocerías de buses. Riobamba- Ecuador 2014. Escuela superior politécnica de Chimborazo Escuela de ingeniería mecánica.
9. Moreno Flores y Giovanni Patricio. Diseño y construcción de una máquina dobladora de tubos hidráulica con accionamiento automático. Quito- Ecuador 2013. Universidad Politécnica Salesiana. Ingeniería mecánica.
10. SHIGLEY, Josep E.; "Diseño en Ingeniería Mecánica" 6ta Ed.; McGraw-Hill; 2002; México, página 27, 434.

11.: HIBBELER, 1997, Mecánica de materiales 6ta Ed p. 88 Editorial Prentice Hall

Páginas web

1. Internet 2015, disponible en:
<http://www.curvatuboszeziola.com/qsomos.php?rubro=1>
2. Internet 2015, disponible en:
<https://ssl.arcor-secure.de/vietz.de/seiten-span/produkte/produkte-biegemaschinen-span.html>
3. Internet 2015, disponible en:
http://www.metalactual.com/revista/29/soladura_doblado_tubos.pdf
4. DOBLATUBOS. Esquema de medidas para un tubo doblado. Técnicas de doblado de tubos [Online]. Buenos Aires, 2008
<http://www.doblatubos.com.ar/emtd.html>
5. EXCO COLOMBIANA. Nuestros procesos. Formado de tubos [Online]. Bogotá, 2007
<http://www.exco.com.co/procesos.php?idprocesos=2>